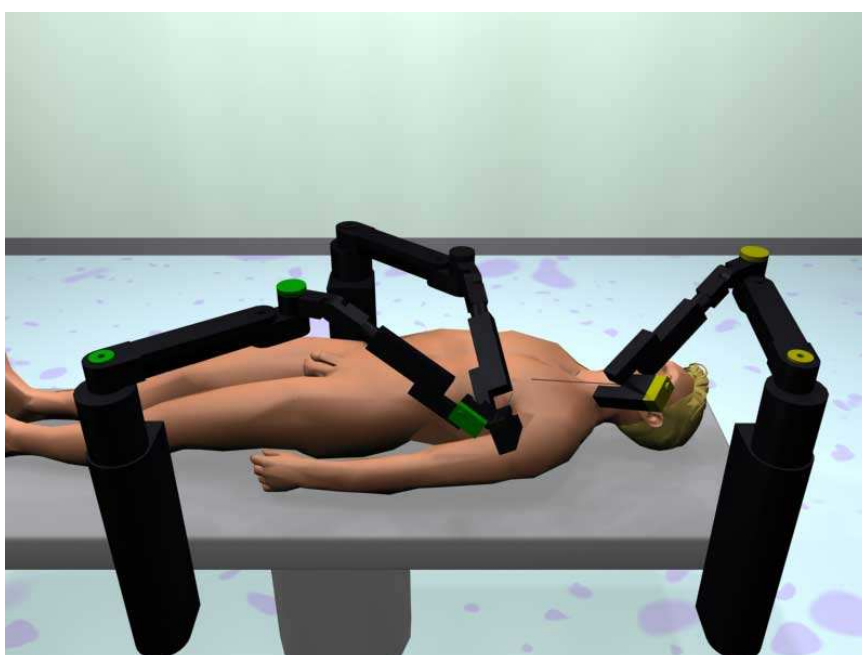


Bruk av simulatorer og roboter i trening og opplæring innen medisin

Asgaut Viste

Institutt for kirurgiske fag, Det medisinske fakultet

E-post: Asgaut.viste@helse.bergen.no



Summary

Increasing interest in patient safety and shortage in training possibilities for new surgeons draw attention to new possibilities for acquiring requested competence and skills. In addition, advanced technology and sophisticated procedures are introduced into medicine. To handle this new demand satisfactorily it has been focused on new methods in learning. Recent development in medicine requires quite different skills than conventional surgical techniques, thus, the need for facilitating education and training process is very important. Virtual reality surgical training is an educational method ideal with telemanipulating systems. This paper

describes present and future possibilities in training and development in simulation and robotics in medicine.

Innledning

Det er menneskelig å feile, men samtidig erkjenner man at feil som begås innen medisinen forårsaker betydelig lidelse. Dødsfall forårsaket av medisinske feil utgjør en større andel enn død fra brystkreft, AIDS og trafikkulykker. I tillegg til de etiske aspekter som finnes ved at skjebnesvangre feil begås, har komplikasjoner også en betydelig økonomisk implikasjon. Samfunnet kan spare enorme summer på å hindre at feil oppstår, i motsetning til kostnader ved å reparere og kompensere økonomisk etterpå.

Utvikling av ny teknologi og nye avanserte prosedyrer innen helsetjenesten stiller derfor nye krav og gir store muligheter til endring i opplæring ved bruk av ny teknologi. Simulering som treningsverktøy har i en årrekke vært obligatorisk innen utdanning av personer innen luft- og romfart, skipsfart, prosess- og kraftindustri. Arbeidsmiljøet i disse fagområder er kjennetegnet av å være komplekst og teknologisk dominert, med kort tidsmargin mellom hendelse og reaksjon og risiko for betydelige konsekvenser ved feil. Denne beskrivelse kan også i utstrakt grad sies å være dekkende for den medisinske hverdag som leger innen operative fag arbeider i. Simulering innen opplæring i helsevesenet er imidlertid fortsatt i sin spede barndom. I tillegg til å trene praktiske ferdigheter, ser en også for seg muligheten til å øve komplisert problemløsning, samarbeid innen team, samt muligheten av simulering som pedagogisk verktøy

I denne oppgaven vil jeg gi en oversikt over tilgjengelige prosedyrer og verktøy som anvendes innen simulering og opplæring i medisinske fag. Jeg vil spesielt fokusere på opplæring innen kirurgi og nært beslektede fag hvor en anvender avanserte teknologiske hjelpemidler.

Metode

Som basis for oppgaven har jeg ervervet kunnskap om simulering på flere ulike måter:

- Litteraturstudier/søk på Internett
- Studiereiser til Danmark og USA
- Ferdighetssenter ved Haukeland Universitetssykehus

Via en donasjon fra Lærdal Medicals i Stavanger har man i Stavanger opprettet en nettverksgruppe for læring innen akuttmedisin. Undertegnede er som styrer ved Institutt for Kirurgiske Fag på vegne av det Medisinske Fakultet, Universitetet i Bergen medlem av styret i nettverksgruppen. Høsten 2003 var nettverksgruppen på studiereise hvor vi besøkte Simulatorsenteret ved Herlev Sykehus i København, treningssenteret ved Allegheny General Hospital, Pittsburgh, Pennsylvania, og simulatorsenteret ved Brigham and Women's Hospital i Boston, Massachusetts, USA. Opplevelser og erfaringer fra denne studiereisen danner for en stor del basis for min kunnskap om emnet.

Tradisjonelt har opplæring innen kirurgiske fag skjedd ved mester/svenn læring. Det har dreid seg om håndverksfag hvor man først observerte hvordan en prosedyre skulle utføres, deretter fikk man selv forsøke seg under assistanse og veiledning av en mester, for til sist å utføre prosedyren på egen hånd. En slik tilnærming til kunnskapserverving kan være egnet ved prosedyrer som det finnes mange av, mens den er mindre egnet ved sjeldne tilstander. Endringer i arbeidsmiljølov med stadig kortere tid for opplæring og spesialisering har stillet krav om nytenkning innen læring og ferdighetstrening. Introduksjon av minimal invasiv teknikk har ytterligere stillet krav om endret opplæringsmønster. Videoendoskopisk teknikk er spesielt egnet til simulering, da en arbeider innen et svært begrenset synsfelt, perifert blikk er ikke mulig, og operasjonsfeltet er begrenset til et to-dimensjonalt bilde på en monitor. Læreren har i tillegg en begrenset mulighet til å intervensere ved operasjonen. I motsetning til ved åpen kirurgi hvor mentoren kan anvende både verbal og manuell rettledning fra motsatt side av operasjonsbordet, er ved videoendoskopisk kirurgi verbal rettledning den eneste mulighet for å instruere, og man må i stor grad stole på elevens tekniske ferdigheter. For å oppnå slike ferdigheter blir trening på simulator i økende grad av betydning. Så langt er det imidlertid begrenset kunnskap om effekten av slik trening grunnet relativt få publiserte data.

Før innføring av moderne videoteknologi fantes det også svært små muligheter for å simulere kirurgisk teknikk. Robot-assisterte prosedyrer krever andre kvalifikasjoner og teknikker enn konvensjonell kirurgisk teknikk. Det er derfor behov for opplæring og trening innen nye endoskopiske og laparoskopiske metoder. Virtuell kirurgisk trening er en opplæringsmetode som fungerer ideelt sammen med telemanipulerende systemer.

Innen medisinske fag trener man hjerte/lungeredning, intubering og innleggelse av kanyler og katetre, både for sykepleiere og leger. Muligheten for bruk av simulatorer innen kirurgi har hittil vært svært begrenset, vesentlig grunnet mangel på egnede simuleringsverktøy. Årsakene til at simulering er mindre brukt enn innen andre felt i samfunnslivet er sikkert flere: Menneskekroppen er svært kompleks og datateknisk kreves det

svært gode programmer og mye datakraft for å lage realistiske simuleringssituasjoner. Kroppen er et dynamisk organ, vevet har ettergivenhet og det er vanskelig matematisk å finne dataløsninger som simulerer elastisitet i samtidig bevegelige organer.

Den medisinske hverdag innbefatter først og fremst arbeid i team, hvor alle medlemmer av teamet er like viktige for et best mulig resultat. Det hjelper lite med store ferdigheter innen deler av teamet dersom deler av dette ikke fungerer optimalt. Simulerte prosesser er spesielt velegnet for opplæring i teamarbeid. Man kan da videofilme teamets opptreden, evaluere gjennomføring og gjenta prosessen til det hele sitter tilfredsstillende. Evne til å opptre adekvat i akutte situasjoner hvor tiden er knapp og hvor det må handles på kort varsel og med knapp informasjon, er kritisk i øyeblikkelig-hjelp sammenheng. Dette er egenskaper som ikke er medfødt, men som kan læres og utvikles med bruk av tid, trening og gjentakelse. Mange av disse krisesituasjonene forekommer sjelden, slik at det enkelte helsepersonell sjelden eksponeres for en slik krisesituasjon. Det er da desto viktigere at håndtering av krisen kan simuleres og trenes uten at liv og helse står på spill.

Simulering kan deles inn i ulike kategorier:

1. Ferdighetslaboratorier. Disse kan være bygget opp rundt enkeltprosedyrer hvor en i begrensede rom eller bokser trener manuelle prosedyrer, f. eks. syteknikk og prosedyrer hvor en skal gripe og manipulere objekter med instrumenter. Teknikken er særlig aktuell ved arbeid mot en videoenhet. Dette konseptet kan utvides ytterligere ved bruk av syntetisk materiale som ligner humant vev. Ferdighetslaboratorier koster lite å sette opp, de er enkle å anvende, men gir også begrenset nytteverdi, ettersom en oftest er begrenset til å trene enklere prosedyrer og teknikker.
2. Trening av ferdigheter kan bringes videre ved at en introduserer dyremodeller som mest mulig ligner menneskelig anatomi. Den mest brukte dyremodell til opplæring er gris. Slike dyremodeller brukes også for å teste ut nye prosedyrer. Det skal imidlertid bemerkes at mens de fleste land aksepterer bruk av dyr innen eksperimentell forskning, er det i flere land ikke tillatt å bruke dyr som ledd i opplæring. I tillegg er anvendelse av dyremodeller relativt kostbart.
3. Innen komputerasistert simulering taler man om makro- og mikrosimulering. Makrosimulering foregår på modeller som fortrinnsvis ligner mest mulig på pasienter eller organer, mens mikrosimulering foregår på datamaskin og skjerm. Makrosimulering er i

stor grad egnet til å øve praktiske prosedyrer. Man bruker gjerne menneskelignende dukker med avansert elektronisk utstyr, og ofte koplet opp mot en operasjonsprosedyre og videoteknikk. Ved mikrosimulering foregår all simulering ved hjelp av datamaskin og evt. joy-stics for å bevege instrumenter og utføre spesifiserte prosedyrer. Mikrosimulering kan anvendes til å øve beslutningstaking og team-arbeid. Makro- og mikrosimulering kan også kombineres, slik at en øver både prosedyrer og teknikk.



Simulering kan utføres som enkeltprosedyre eller som full-skala simulering: Ved full-skala simulering trener man en realistisk situasjon i realistiske omgivelser, men uten en ”riktig” pasient. Dette gir en høy innlærings effekt ved at man trener anvendelse av teori i riktig kontekst, man trener team-egenskaper (atferd og holdninger) samt setter fokus på betydningen av feil.

- Man trener også uten å skade pasientene
- Får erfaring med sjeldne kritiske hendelser.
- Kompleksitet kan kontrolleres
- Kandidaten lærer i trygge omgivelser
- Gjentakelse er mulig
- Feil er tillatt
- Pasienten skades ikke
- Situasjonen kan objektivt evalueres



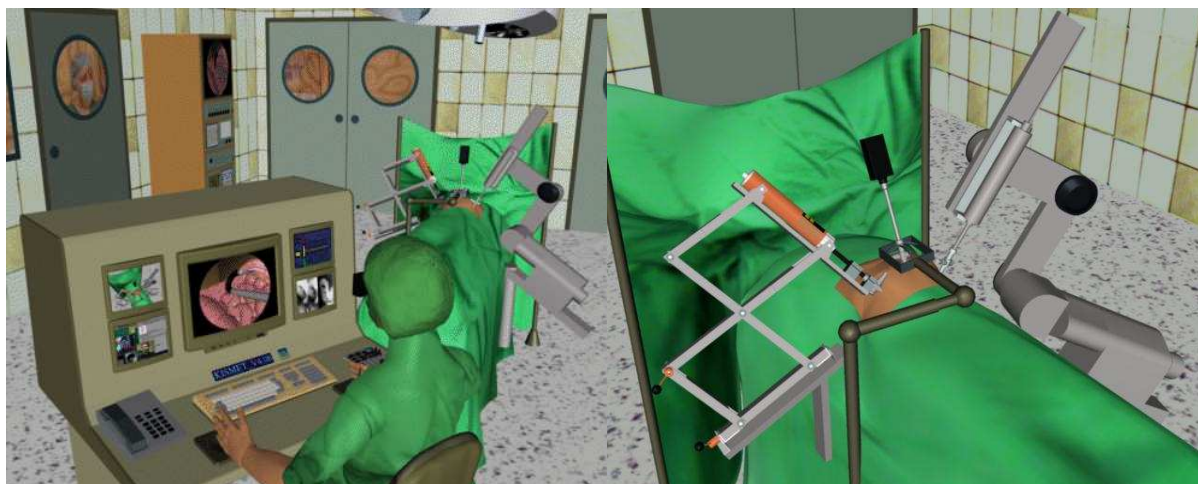
Så langt har den kliniske betydning av simuleringsprogram innen opplæring vært begrenset, og effekten av slike program har vært vanskelig å evaluere. En av årsakene til dette er at

kandidater som har deltatt i opplæring har hatt varierende erfaringsbakgrunn. Det er først når man skal lære opp studenter fra grunnen av at en får mulighet til å dokumentere den endelige verdi av slike opplæringsprogram. Det finnes kun et fåtall publikasjoner som dokumenterer nytteeffekt av simulering som opplæringsmetode (Uchal, Ahlberg, Bergamaschi). I noen studier finner man at medisinstudenter effektivt lærer å bruke redskaper under simulering, mens andre studer ikke har klart å vise at innarbeidet kunnskap uten videre lar seg overføre til andre arbeidsprosedyrer innen kirurgi (f. eks. artroskopi).

Innen anestesifaget og akuttmedisin har simulering en lang tradisjon og anvendelse. Norske fabrikanter har alltid vært i frontlinjen ved utvikling av verktøy for simulering. Anne-dukken er utviklet av firmaet Åsmund Lærdal AS i Stavanger. Dette firma – senere Lærdal Medicals - har et navn på verdensbasis etter utvikling av sin Sim-man, Sim-baby og Rescussi-Anne. Innen laparoskopi har andre fabrikanter utviklet Lap-sim. Rescussi-Anne er anvendt verden over innen enkel og avansert hjerte-lunge redning.



Det er en nær relasjon mellom utvikling av simuleringsutstyr og utvikling av roboter. I dag finnes det tilgjengelige roboter som kan styre laparoskopiske instrumenter. Robotene anvendes også eksperimentelt innen hjertekirurgi. De fleste av disse instrumentene er ikke roboter i vanlig teknologisk forstand, ettersom de ikke utfører bevegelser på egen hånd, men kun overfører bevegelser styrt utenfra (f. eks. via Joy-stick). En av de mest kjente robotene, Æsop, er en robot som styres ved hjelp av stemmegjenkjenning og ordrer fra operatøren.



Trening ved bruk av simuleringsverktøy og robot

Telekonferanser

En simuleringssituasjon kan også knyttes sammen med en Telekonferanse. Ved et slikt konsept kan flere aktører ved ulike sykehus være observatører ved samme hendelse, alternativt kan en også ved styringssystem delta i avstemminger om hva som er riktig diagnostisk og terapeutisk prosedyre. Man kan også fungere som rådgiver for teamet som utfører simuleringsprosedyren og få feed-back på egne tiltak. En beskrivelse av en slik telekonferanse er gitt i Appendix 1.

Et nytt aspekt av Mikro-simulering er det som kalles Elektronisk Bok (A. van Dam). Dette beskrives som et dramatisk nytt medium (tele-immersjon) for grupper av mennesker som er lokalisert fjernt fra hverandre og hvor man arbeider og deler erfaringer med hverandre i en 3D virtuell omgivelse, men hvor det hele oppleves som om alle var lokalisert på samme sted. Elektroniske bøker med tele-immersjon blander effekten av "tids-maskin" med 3D-hypermedium. I en slik setting kan tilskueren bokstavelig gå inn i scenen og bevege seg forover og bakover i tid. Applisert på kirurgi kan man tenke seg at en observerer en spesifikk hendelse, for deretter å avgjøre om en vil gå tilbake i tid og evt. endre adferd / handling for derved å påvirke utfallet. Dette kan så kobles opp mot ekspertuttalelser, litteraturreferanser etc. Det antas at dette vil erstatte ordinære videoinstruksjonsfilmer, og i følge van Dam vil dette innebære et paradigmeskifte innen kirurgisk opplæring. I motsetning til en videotape vil man i en elektronisk bok kunne endre synsvinkel og avstand i tillegg til å gå frem og tilbake i tid. I fremtiden kan man også tenke seg at kirurgen bruker dette systemet for å praktisere en gitt prosedyre på en simulert pasient, hvor patologi og spesifikk anatomi er lagt inn via

Computertomografi og Magnetisk Resonans Imaging (MR). Man kan også tenke seg muligheten at kirurgens simulerte bevegelser lagres digitalt, og at bevegelsene overføres via robot til den reelle situasjon med aktuell pasient for eksempel neste dag.

Simulering ved Skandinaviske sykehus

Flere skandinaviske sykehus og sentra har etablert simuleringsenheter i den hensikt å trene akutt medisin og ferdigheter innen kompliserte tekniske prosedyrer.

Intervensjonssenteret ved Rikshospitalet i Oslo

Jan Sigurd Røtnes og medarbeidere ved Intervensjonssentret ved Rikshospitalet i Oslo etablerte i 1999 selskapet SimSurgery med tanke på å utvikle simuleringsmodeller og robotteknologi. Man har ved Intervensjonssentret samlet en rekke ingeniører og IT-personer som sammen har utviklet simulasjonsverktøyet SimMan. Det er utviklet en unik teknologi som nå appliseres innen virtuell trening av kirurgisk teknikk. For å få vevsstrukturer til å respondere på stimuli på same måte som i det virkelige liv, har man etablert en geometrisk basert teknikk, basert på en "real-time platform" som kalles Sim3DM. Dette er en PC-plattform som er tilstrekkelig effektiv og fleksibel til å simulere komplekse og deformerbare objekter i sann tid. Det spesielle med denne teknologien er at den kan tilpasses enhver kirurgisk simulator og andre systemer som krever 3D teknologi.

Selskapet har også utviklet et suturessystem hvor man i en ramme holder to standard laparoskopiiinstrumenter og syr via en dataskjerm. Under opplæring kan elevene ledes gjennom forskjellige trinn i forskjellig vanskelighetsgrad. Samtidig kan man også evaluere psykomotoriske ferdigheter.

Kirurgisk simulering slik som den er utviklet av SimSurgery, er spesielt anvendbar ved trening av kirurger innen minimal invasiv kirurgi (MIS). Man antar at det i løpet av en kort tidshorisont vil bli et krav til kirurger at de har utført trening på simulator før de gis adgang til å videreutvikle sine ferdigheter på pasienter.

Produkter fra SimSurgery

VR (Virtual Reality) anastomose treningsmodell (SimLap). Ved dette instrument simulerer man syng av en anastomose mellom to tarmer eller mellom to blodkar i omgivelser som er så realistiske som mulig. Simulatoren kan forbindes med MIST plattformen fra samarbeidspartneren SimSurgery Mentice (www.mentice.com) eller en kirurgisk robot

Hjertesimulatoren SimCor er en simulator hvor kirurger kan trene endoskopisk koronarkirurgi.

SimPlanner – Robot. Denne modulen gir kandidaten mulighet til å trene praktisk portplassering og tilkopling til robot. Ved simulering oppdager man hvordan uhensiktsmessig portplassering fører til kollisjon mellom instrumenter og optikk, med den følge at det ikke er mulig å utføre de planlagte oppgaver.

Treningsplattform for kirurgisk simulerings trening (SimMentor™)

Ved bruk av SimMentor™ er de ulike øvelsene delt opp i en rekke naturlige trinn: Eleven trener en prosedyre om gangen, mens rekkefølgen av prosedyrene kan varieres. Det kan også velges vanskelighetsgrad. Man kan velge en treningsprosedyre bygget opp skritt for skritt med 3-D animasjon, eller prosedyren kan styres interaktivt av simulatoren, avhengig av de bevegelser som kandidaten utfører. Ved treningsmodellen lærer man først å utføre prosedyren, utførelsen kan evalueres kvantitativt, det kan vises didaktiske eksempler og en kan produsere et utall kliniske og patologiske eksempler som treningsscenarier.

Huddinge Universitetssykehus/Karolinska Institutet i Sverige

I Sverige har Huddinge Universitetssykehus i samarbeid med Karolinska Institutet etablert en større enhet med spesiell fokus på pasientsikkerhet og trening av endoskopisk kirurgisk teknikk. Denne enheten har også et utstrakt samarbeid med Stanford Institute i California. Sentret på Huddinge Sjukhus er bygget opp rundt en menneske-lignende modell i normal størrelse og med virkelighetsnære funksjoner for respirasjon og sirkulasjon. Modellen er tilsluttet en datamaskin som videre er koplet opp mot medisinsk utrustning som normalt anvendes innen sykehus og spesielt intensivmedisin og operativ virksomhet. De som skal trene på pasientsimulatoren, får informasjon om pasienten via den medisinske utrustning som er koplet til simulatormodellen. Utrustningen viser om ”pasienten” lider av eksempelvis hjerterytmeforstyrrelse, høyt/lavt blodtrykk eller alvorlig blodtap.

Realistisk trening

Alt skjer nøyaktig som i virkeligheten. Legen foretar sine beslutninger og behandler pasienten med injeksjoner, drypp eller andre tiltak. Simulatordukken behandles med reelle sprøyter, og på sprøytene finnes en strekkode som registrerer og videreformidler informasjon till datamaskinen om hvilken medisin legen har gitt sin pasient.

På pasientsimulatoren kan alle trene uavhengig av hvilket kunnskapsnivå de befinner seg på. Simulatoren kan programmeres på ulike nivåer: om en lege behandler et

pasienttilfelle adekvat, kan han neste gang få et mer komplisert tilfelle ut fra samme sykdomsgruppe. Simulatordukken kan også stilles inn på å bli mer eller mindre følsom for ulik behandling.

Pasientsimulatorens evne til å registrere og gjenta ulike situasjoner i det uendelige åpner for mange nye muligheter for forskning, fysiologiske studier og evaluering av nye behandlingsstrategier.

Feed-back

En forutsetning for å tale om simulator er at brukeren har mulighet få å få tilbakemelding på hva han gjør. Simulatoren gir teamet en tilbakemelding som viser konsekvensene av behandlingen. All behandling som legen ordinerer til pasientsimulatoren registreres og lagres i form av loggfiler. Man kan da i etterhånd gå inn og analysere konsekvensene av behandlingen og for eksempel se hvordan blodtrykket har forandret seg under behandlingen.

I tillegg blir teamets opptreden videofilmet. På denne måten øker man verdien av evalueringen og man kan i detalj studere hva som virkelig hendte. Sykehuspersonalet kan i etterkant sammenligne sine simuleringsjournaler med loggfiler og videofilm og få fasit på sin handlemåte. Dette kan sammenliknes med en slags objektiv debriefing.

Komputersimulering av kikkhullskirurgi

Ved Simulatorsentrum ved Huddinge Sjukhus finner man også avanserte simulatorer til trening av endoskopiske inngrep som for eksempel virtuell artroskopi av kneledd og skulderledd, endoskopi og laparoskopi. All øvelse skjer med reelle operasjonsinstrument tilknyttet et chassis med haptisk feedback. Dette innebærer at man får samme "vevsfølelse" som ved en reell operasjon.

Øvelsene visualiseres på en monitor, på samme måte som ved minimal invasive inngrep. Operatøren kan for eksempel trene på å manøvrere et endoskopisk kamera med optikk, samt berøre visse punkter i en viss rekkefølge. En annen øvelse kan være å flytte en nål som sitter fast i en nålfører gjennom en sirkel og gripe den med en nålfører i motsatt hånd. Operatørens prestasjoner i form av presisjon, tidsforbruk og utilsiktet berøring av omkringliggende strukturer kan måles i en loggfil i datamaskinen og forbedringer og utvikling kan registreres og analyseres. Dette gir gode muligheter for feed-back til eleven.

Utstyr ved Simulatorsentrum ved Huddinge sjukhus:

Procedicus® KSA (Key Surgical Activities) kan anvendes for trening av basale prosedyrer innen laparoskopi.

Procedicus® VA (Virtual Arthroscopy) anvendes for kikkhullskirurgi i skulder og kneledd.

Komputersimulator Procedicus MIST brukes ved basal trening i øye-hånd koordinering.

XiTact

Dette er et Nederlandsk system utviklet ved Universitetssykehuset i Rotterdam som synes å kunne få stor anvendelse. Simulatoren består av et konsoll med en monitor forbundet med en komputer. Ved hjelp av dette utstyret kan eleven praktisere forskjellige laparoskopiske prosedyrer. Systemet er bygget opp av moduler hvor man starter med en instruksjonsvideo, etterfulgt av forskjellige simuleringssituasjoner. Feed-back gis kontinuerlig av systemet. I tillegg til å reagere på operatørens ulike handlinger, blir alle handlinger registrert med senere mulighet for å evaluere læringskurve på individnivå. Eksempelvis kan systemet settes opp til at man skal fjerne en galleblære, og det kan legges inn ulike vanskelighetsgrader, slik som avvikende anatomi, blødningskomplikasjoner etc. Fordelen med bruk av simulator er at studenten kan tilpasse treningen til sitt eget tidsskjema, det er muligheter for utallige repetisjoner, og utdanningen kan i langt større grad skreddersys for den enkelte kandidat. I tillegg kan læreren evaluere svake punkter hos eleven og anbefale fokusert trening på spesielle problemer.



XiTact

Studietur med Nettverksgruppen for akutt medisin

Sammen med 12 andre leger og sykepleiere deltok jeg i perioden 16. – 22. november 2003 i en studietur til Danmark og USA hvor vi spesifikt besøkte medisinske sentra som har utviklet simulering i stor grad innen medisinsk opplæring.

Mandag 17. november 2003: Besøk ved Herlev sykehus i København

Ved Herlev Sykehus i København har man opprettet Dansk Senter for Medicinsk Simulation (DIMMS), hvor man spesielt fokuserer på opplæring i akuttmedisin for anestesileger, samt opplæring av spesialsykepleiere innen intensivmedisin. Instituttet eies av København Amt og har en felles funksjon innen opplæring for alle de 4 store sykehusene i amtet. Til instituttet er det knyttet en instituttleder som er spesialist i anesthesiologi, samt 5 leger i bistilling, 6 sykepleiere og 3 ingeniører. Instituttet finansierer i alt 5 årsverk.

Utdanningen er organisert og avvikles i nært samarbeid med fageksperter innen indremedisin, pediatri, kardiologi, gynekologi/obstetikk og ortopedi. Enheten har også 10 medisinerstudenter som hjelpere ved kursene. Kursene er dels rettet mot lærere: veilederkurs og kompteanseutvikling, samt mot utdanningssøkende. Antall kursdeltakere i 2003 var ca. 1800. I tillegg til utdanning driver sentret også forskning og utvikling, samt veiledning på doktorgradsnivå.

Besøket startet med introduksjon av simulator til bruk innen intensivmedisin. Det finnes i tillegg til intensiv medisin også en stasjon for anestesitrening under operasjon, en for akuttmedisin og en for nyfødt medisin. Til alle stasjoner brukes Lærdals SimMan. Man legger stor vekt på team-samarbeid, og lederne kalles fasilitatorer for derved å forsterke betydningen av deres spesifikke funksjon. Man poengterer sterkt at det er de som starter på kursene som skal lære, og at "lærerne" ikke kan lære for noen. Opplegget virket meget profesjonelt, og sykehuset er gitt ansvar for opplæring innen all akuttmedisin på simulatorer innen de to østre amt på Sjælland. Det fokuseres spesielt på betydningen av ressurspersoner og ildsjeler, men også på at man må ha en god stab av teknikere, samt støtte i sykehussystemet og finansiell dekning for det som skal gjøres.

Man har så langt ikke utviklet prosedyrer for kirurgisk simulering.

Tirsdag 18. november 2003: Besøk i Wiser simuleringssenter og senter for akuttmedisin i Pittsburgh.

Dagen startet med omvisning i Wiser simuleringssenter ved Allegheney University Hospital i Pittsburgh; Pennsylvania ledet av doktor John Schæfer. Senteret inneholder en rekke mindre

rom satt opp med forskjellige typer "SIM man" og komplett audiovisuelt utstyr med kamera og høyttalere. Senteret har engasjert to fulltids ansatte teknikere og 5-6 deltids ansatte leger og sykepleiere. Disse gjennomfører kurs for 7-8000 personer hvert år. Hemmeligheten bak dette er et "gjør det selv" opplegg hvor kursdeltakerne logger seg inn på sentrets Internett-side hjemmefra før kurs start, booker selv inn hvilket kurs personen skal gjennomgå, oppsøker anbefalt lesning og tar eventuelt en pretest. Instruktørene gjennomgår også et instruktørkurs hvor alt er Internett-basert. All evaluering skjer også via Internett og man får umiddelbar statistikk og resultat av evalueringen.

Etter omvisningen var det forelesning om teamarbeid i relasjon til hjerte/lunge redning, samt foredrag om studentundervisning innen anestesi. Simulerings-senteret er spesifikt bygget opp til trening innen anesthesiologiske prosedyrer inklusiv nyfødt medisin, samt hjerte/lunge redning. Det finnes en egen modul for vanskelig luftveishåndtering. En har også egne program for trening av anestesisykepleiere og barneleger.

Etter lunsj var det omvisning på Senter for akuttmedisin hvor man foretar opplæring av Paramedics (vesentlig ambulansepersonell). Vi fikk se redning av skadet som satt fastklemt i bil under røykutvikling, ved et kurs for koreanske brannmenn. Dette var svært realistisk. Senere var det demonstrasjon av en nyutviklet simuleringsdukke SIM baby, samt Virtuell intravenøs trener (arm bygget opp med venesystem med PC-simulator).

Onsdag 19. november 2003: Besøk på Peter Safar forskningssenter for rescucitation

Peter Safar forskningssenter er det største og mest betydningsfulle i sitt slag i USA hvorfra det utgår over 100 arbeidere hvert år. En har 20000 kvm til disposisjon og senteret har ansatt mellom 20 og 25 forskningsteknikere. Sentret fokuserer vesentlig på forskning innen terapeutisk hypotermi for å forebygge hjerneskade forårsaket av reperfusjon etter hjertestans. I tillegg har man en sepsismodell og en sjokkmodell.

Etter besøket fortsatte vi diskusjonen om hvordan vi setter opp simulerings-program og hvordan opplæringen av kurskoordinatorer foregår.

Etter lunsj gikk turen videre til Boston.

Besøk ved Stratus i Boston

3. desember -03 åpnet Brigham and Women's Hospital i Boston et nytt simuleringssenter som kalles Stratus. Dette består av 1600 kvm grunnflate og en rekke rom med det mest moderne av simuleringsutstyr både for mikro- og makrosimulering. Blant annet finnes det et klasserom med 20 computerstasjoner. I løpet av dagen hadde vi flere diskusjoner vedrørende simulering

både for sykepleiere og i relasjon til spesialistutdanningen for leger. Senere var det omvisning på Akuttavdelingen ved sykehuset, som fremsto som utrolig velorganisert.

Videre anvendelse og opplæring innen simulering ved Haukeland Universitetssykehus og Universitetet i Bergen

Haukeland sykehus og Universitetet i Bergen er ikke kommet spesielt langt innen anvendelse av simulering og robotteknologi. Man har etablert et ferdighetssenter for opplæring av medisinske studenter i enklere prosedyrer som innlegging av urinkatetre, innleggelse av venekatetre, rektoskopi og gipsteknikk. For assistentleger finnes det en simuleringsdukke - GI Mentor - for trening i gastroskopi, coloskopi og ERCP.

Sykehuset og Universitetet i Bergen må nok fokusere langt sterkere på utviklingen som foregår i bruk av simulatorer for at man ikke skal bli hengende betydelig etter. I første omgang er dette et sykehusproblem i forbindelse med opplæring av kirurger, anestesileger og sykepleiere, men også spesialister i pediatri, hjertemedisin og sykepleiere innen akuttmedisin vil ha stor nytte av at det etableres slike opplæringstilbud. Man kan også se for seg at oppbygging av et simulatorsenter kan gi sykehuset ytterligere et ben å stå på, da dette vil trekke til seg dyktige fagfolk. Salg av kunnskap har et klart vekstpotensiale som sykehuseier kan nyttiggjøre seg i konkurranse med tilsvarende helsetilbydere.

I tråd med den kritikk som er kommet i forbindelse med evaluering av 150-planen for medisinske studenter er det også av største betydning å gi et bedre tilbud i opplæring innen praktiske ferdigheter. Jeg vil også anta at bruk av simuleringsverktøy vil være av stor nytte for studentene i å øve beslutningstaking og teamarbeid.

Referanser

- Ahlberg G, Heikkinen T, Iselius L, Leijonmarck CE, Rutqvist J, Arvidsson D. Does training in a virtual reality simulator improve surgical performance? *Surg Endosc* 2002;16:126 – 129. *Am J Surg* 1999;77:28-32.
- Bergamaschi R, Dicko A. Instruction versus passive observation: a randomized educational research study on laparoscopic suture skills. *Surg Laparosc Endosc Percutan Tech* 2000;10:319-22.
- Bridges M, Diamond DL. The Financial Impact of Teaching Surgical Residents in the Operating Room. *Am J Surg* 1999;177:28-32.
- Chaudhry A, Sutton C, Wood J, Stone R, McCloy R. Learning rate for laparoscopic surgical skills on MIST VR, a virtual reality simulator: quality of human–computer interface. *Ann R Coll Surg Engl* 1999;81:281-286.
- Cooper JB, Barron D, Blum R, Davison JK, Feinstein D, Halasz J, Raemer D, Russell R. Video teleconferencing with realistic simulation for medical education. *J Clin Anesth* 2000; 12:256-61.
- Fellander-Tsai L, Stahre C, Anderberg B, Barle H, Bringman S, Kjellin A, Ramel S, Strinnlund B, Carlsson C, Wredmark T. Simulator training in medicine and health care. A new pedagogic model for good patient safety. *Lakartidn* 2001;98:3772-6.
- Gallagher AG, Smith CD, Bowers SP, Seymour NE, Pearson A, McNatt S, Hananel D, Satava RM. Psychomotor skills assessment in practicing surgeons experienced in performing advanced laparoscopic procedures. *J Am Coll Surg.* 2003;197:479-88.
- Halvorsrud, R., Hagan, S., Fagernes, S., Mjelstad, S., Romundstad, L. Trauma Training in a Distributed Virtual Emergency Room. *Medicine Meets Virtual Reality 11*, Eds; Westwood, et al., IOS Press, 2003,100-02.
- Kjellin A, Fellander-Tsai L, Wredmark T, Larsson J. Simulator endoscopic training should be included in medical education. *Lakartidn* 2002;99:207.
- Lee SK, Pardo M, Gaba D, Sowb Y, Dicker R, Straus EM, Khaw L, Morabito D, Krummel TM, Knudson MM. Trauma assessment training with a patient simulator: a prospective, randomized study. *J Trauma.* 2003;55:651-7.
- Lee SW, Shinohara H, Matsuki M, Okuda J, Nomura E, Mabuchi H, Nishiguchi K, Takaori K, Narabayashi I, Tanigawa N. Preoperative simulation of vascular anatomy by three-dimensional computed tomography imaging in laparoscopic gastric cancer surgery. *J Am Coll Surg.* 2003;197:927-36.
- Nyssen AS, Larbuisson R, Janssens M, Pendeville P, Mayne AA. Comparison of the Training Value of Two Types of Anesthesia Simulators: Computer Screen-Based and Mannequin-Based Simulators. *Anesth Analg* 2002; 94,1560-5.

- Ritter EM, McClusky DA 3rd, Lederman AB, Gallagher AG, Smith CD. Objective psychomotor skills assessment of experienced and novice flexible endoscopists with a virtual reality simulator. *J Gastrointest Surg.* 2003;7:871-7.
- Schijven MP, Jakimowicz JJ. The learning curve on the Xitact LS 500 laparoscopy simulator: profiles of performance. *Surg Endosc* 2004;18:121-7.
- Schijven MP, Jakimowicz JJ. Introducing the Xitact LS500 Laparoscopy Simulator: Toward a Revolution in Surgical Education. *Surg Technol Int.* 2003;11:32-36.
- Seymour NE, Gallagher AG, Roman SA, O'Brien MK, Bansal VK, Andersen DK, Satava RM. Virtual reality training improves operating room performance: results of a randomized, double-blinded study. *Ann Surg.* 2002;236:458-63.
- Ström P, Kjellin A, Johnson E, Hedman L, Wredmark T and Felländer-Tsai L. Validation and learning in the ProCedicus KSA virtual reality surgical simulator: - Implementing a new safety culture in medical school. *Surg Endosc* 2003;17:227-31.
- Tooley MA, Forrest FC, Mantripp DR. MultiMed--remote interactive medical simulation. *J Telemed Telecare* 1999; 5
- Treloar D, Hawayek J, Montgomery JR, Russell W. On-site and distance education of emergency medicine personnel with a human patient simulator. *Mil Med* 2001; 166: 1003-6.
- Uchal M, Brøgger J, Karlsen B, Bergamaschi R. Operative end product, procedure effectiveness and surgeons forearm workload comparing inline to pistolgrip handles during suturing in a laparoscopic physical simulation model. *Surg Endosc* 2002;16:1771-3.

Appendiks 1

The simulation environment follows that described by Howard *et al.*⁴ by being a recreation of the real medical environment, e.g., operating room (OR), intensive care unit (ICU), or emergency department (ED), and by including actors in the roles of personnel other than those being trained. The two-way video and audio signals were transmitted over six integrated services digital network (ISDN) phone lines (yielding a transmission rate of 384 kilobaud) via a V-Tel teleconferencing system at both sites. Two images were presented to the audience by projecting the images on a large screen via standard liquid crystal display (LCD) projectors. The video display of the CMS OR was on one screen and the image from a camera trained on a slave physiological monitor was on the other screen. The moderator of the session stood at a lectern at the front of the auditorium, just to the side of the screen. Throughout the conference, participants on both ends could carry on real-time conversations. The audience was given information about the “patient”’s history and physical examination and then proceeded to question the “patient” (in real life, a retired cardiologist), who had prepared responses appropriate to the situation being simulated. During a short break, a presentation was given about an aspect of the patient’s history, which permitted time to rearrange the setting at the simulation center. The audience then returned to the OR, where the “patient” was now the realistic mannequin simulator on the operating table. The anesthesiologist, with consultation from the audience, proceeded with the induction. There were some minor perturbations in vital signs, which were treated. After another short break and didactic presentation (primarily to simulate the passage of time in the procedure), the audience returned to the procedure in progress. The patient now was experiencing unexplained variations from his previously stable state. The audience asked a broad range of questions, which were answered by the anesthesiologist, who also consulted with the surgeon, interacted with a nurse and technician, and carried out other normal activities. Each video teleconference presented new technical challenges. This is a new technology to most facilities. New ISDN phone lines usually had to be installed (at a cost of approximately \$100 per line; hotel and conference facilities generally add charges beyond the phone company line charge). There are at least five different types of ISDN switches, which are compatible with software adjustments. Video teleconferencing equipment (H.320 standard compatible) must be available at each audience site. Internet connectivity for this application is a likely possibility in the future. The bandwidth of the internet does not yet support this application due to limitations on speed and resolution.

Appendiks 2

Referanser til WEB-sider:

<http://www.SimSurgery.no>

www.mentice.com

<http://www.laerdal.com/>

<http://www.seas.gwu.edu/~graphics/Medical.html>

<http://www.surgical-science.com/main/default/default.cfm>

www.herlevsimulator.dk

<http://www.simbionix.com/index.html>

http://iregt1.iai.fzk.de/KISMET/kis_apps_med.html

<http://www.pulseplanet.com/archive/Nov96/1338.html>

<http://www.cc.gatech.edu/gvu/visualization/surgsim/>

<http://iregt1.iai.fzk.de/KISMET/VestSystem.html>